مطالعه اثر نوع پایه و پیوندک مرکبات بر میزان جذب بر

محمد سعید تدین* و غلامرضا معافپوریان[۱]

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۲/۱۰ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۷/۱۰/۲۸)

چکیده

در مناطق خشک و نیمه‌خشک که آب آبیاری دارای مقادیر بالای بر هستند، سمیت آن مورد توجه می‌باشد. غلظت بحرانی بر در آب آبیاری برای گیاهان حساس و مقاوم از ۱ تا ۱۰ میلی‌گرم در لیتر متغییر است. در بسیاری از مناطق جنوبی کشور از جمله شهرستان‌های مرکبات خیز جهرم و جیرفت زیادی بر در آب آبیاری تا حد مسمومیت عامل محدود کننده افزایش عملکرد مرکبات بوده و افزون بر آن درختان مرکبات با کمبود شدید پتاسیم و عناصر ریز مغذی از جمله آهن، روی و منگنز مواجه هستند. در این آزمایش آثار جداگانه پایه‌های ماکروفیلا (*Citrus macrophylla* Wester)، ولکامریانا(*Citrus volkameriana*)، نارنج (*Citrus aurantium*) و لیموترش (*Citrus aurantifolia* Swing) و ترکیب این پایه‌ها با پیوندک‌های پرتقال 'والنسیا' (Valencia)، 'واشنگتن ناول' (Washington Navel)، پرتقال محلی جهرم و پرتقال 'توسرخ' ('Moro')، به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در ۵ تکرار و در هر کرت دو درخت به‌مدت ۴ سال در رابطه با جذب بر مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس نتایج بالاترین میزان جذب بر مربوط به پایه ولکامریانا و کمترین آن مربوط به پایه ماکروفیلا بود. بیشترین تأثیر متقابل رقم‌های پیوندی در افزایش سطح بر برگ، روی پایه نارنج دیده شد، هر چند این پایه خود از میزان متوسط جذب بر، برخوردار بود. پیوندک‌های پرتقال 'والنسیا'، 'واشنگتن ناول' و پرتقال توسرخ 'مورو' روی پایه ماکروفیلا، اختلاف معنی‌دار از نظر مقدار بور نسبت به سایر پایه‌ها داشتند.

واژه‌های کلیدی: مرکبات، پایه‌های مقاوم به مسمومیت بور، پیوندک، بر

مقدمه

بیشترین غلظت بر در خاک‌های و آبرفت‌های رسی بر جای مانده از تبخیر آب دریاها دیده می‌شود(۱۶). آب آبیاری و آب‌های زیرزمینی حاوی ترکیبات بر نیز می‌تواند موجب تجمع بر در حد آستانه مسمومیت برای گیاهان در خاک گردد(۲۳). بر در محلول خاک به شکل H_3BO_3 وجود دارد. شکل قابل جذب آن برای ریشه گیاهان H_3BO_3 و آنیون‌های بر است. معمولاً اگر غلظت بر در ماده خشک گیاه کمتر از ۲۵ میلی‌گرم در کیلوگرم باشد کمبود و اگر بیشتر از۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم باشد مسمومیت آن برای اغلب گیاهان ممکن است(۲۰). در مواردی، فاز جذبی و محلول بر در خاک، امکان مسمومیت بر در مزارع را به‌وجود می‌آورد(۱۰ و ۳۶)، اما از میان منابع باالقوه، آب آبیاری عامل اصلی افزایش دهنده بر در خاک است(۱۱). اغلب، غلظت‌های بالای بر، در خاک‌های شور و آب چاه‌های شور دیده می‌شود(۱۲). هنگامی که مقدار بر اضافه شده به خاک بیشتر از مقدار برداشت شده توسط جذب گیاهی و

۱. اعضای هیئت علمی(استادیاران) مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: ms_tadaion@yahoo.com

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1388.13.47.60.3]

آبشویی باشد، تجمع بر در منطقه ریشه اتفاق می‌افتد(۵). قبل از استفاده از چنین خاکی می‌بایستی غلظت بر محلول در خاک به حد غیر سمی برای گیاهان کاهش یابد و یا از نژادگان‌های مقاوم گیاهی استفاده شود. پیشرفت‌های اخیر در زمینه علم ژنتیک امکان اصلاح گونه‌های گیاهی مقاوم به بر را افزایش داده است. اگر چه، تا زمان دستیابی به اطلاعات بیشتر، انتخاب گونه‌های مقاوم به بر از طریق آزمون و خطا در اولویت است(۲۷). سمیت بر در مرکبات همانند مسمومیت ناشی از نمک با زرد شدن و سوختگی سر شاخه‌ها و برگ‌ها شروع شده اما در ادامه زردی در مریستم انتهایی با لکه‌های پراکنده بافت مردگی توأم می‌شود. این زردی تا بین رگ‌برگ‌های نزدیک به انتهای برگ‌ها توسعه می‌یابد. ریزش برگ به‌ویژه در بهار سنگین بوده و سرشاخه‌ها خشکیده و محصول کاهش می‌یابد. به‌دلیل آن که غلظت بر در ریشه‌ها در مقایسه با برگ‌ها، حتی در شرایط فراهم بودن مقادیر بالای بر، به نسبت بسیار پایین بوده، علائم مسمومیت بر در ریشه‌ها مشاهده نمی‌شود(۲۶ و ۲۸). اگرچه آب آبیاری می‌تواند منبع اولیه افزایش بر در خاک باشد اما مسأله عمده به سبب ضعف در زه‌کشی و عملیات آبیاری می‌باشد که باعث تجمع بر در منطقه ریشه می‌گردد این مسأله به‌ویژه در سیستم آبیاری قطره‌ای تشدید می‌شود(۲۲). در جهرم و جیرفت زیادی بر در آب‌های آبیاری تا حد مسمومیت در بسیاری از مناطق عامل محدود کننده افزایش عملکرد مرکبات بوده و علاوه بر آن درختان مرکبات با کمبود عناصر کم مصرف از جمله آهن، روی و منگنز مواجه هستند. زیادی بر در آب‌های آبیاری منطقه، چه در آب رودخانه قره‌آغاج(منطقه خفر) و چه در آب‌های استخراجی از چاه‌های دشت جهرم مسأله‌ساز می‌باشد و این اخطار جدی برای متخصصین امر در پیدا کردن رقم‌های مرکبات مقاوم به مسمومیت بر است(۳). در کوتاه مدت مصرف مقادیر بالاتر ازت و روی می‌تواند سهم مهمی در کاهش مسمومیت داشته باشد (۳ و ۳۸). در حال حاضر مدیریت مسمومیت بر، به‌واسطه شناخت جزئیات گوناگونی فیزیولوژیکی و ژنتیکی مقاومت گیاهان و استفاده از این قابلیت‌ها برای افزایش حداکثر رشد گیاهان روی خاک‌های دارای بر زیاد، از کارایی بیشتری برخوردار گردیده است. بیشتر تحقیقات جدید نشان‌دهنده دامنه وسیع گوناگونی درون گونه‌ای در عکس‌العمل به بر در محصولات زراعی و باغی می‌باشد. این مسأله در مورد مرکبات نیز مورد بررسی قرار گرفته شده است(۹ و ۲۱). در حال حاضر ارزش طبقه‌بندی هر یک از گونه‌ها در پژوهش‌های گذشته، وابسته به آزمون رقم‌های و واریته‌های آن می‌باشد. این مقاومت، نه تنها در سطح کل گیاه ، بلکه در سطح اندام و سلول‌ها نیز عمل می‌نماید. در گونه‌های بسیار نزدیک، نژادگان‌های حساس به مسمومیت بر اغلب دارای غلظت‌های بالاتر بر در برگ‌ها و شاخه‌ها نسبت به نژادگان‌های مقاوم هستند(۱۳). گونه مرکبات حساس *Citrus limonia* دارای بر بیشتری در برگ‌هایش نسبت به خویشاوند خود *Severina buxifolia* است(۱۴). بسیاری از نژادگان‌های مقاوم به بر از غلظت بر اندکی در شاخه هایشان نسبت به خویشاوندان حساس برخوردارند. تعیین این مسأله که آیا نژادگان‌های مقاوم به بر از مکانیسم‌های جلوگیری از ورود برای کاهش تجمع بر در کل گیاه استفاده می‌کنند یا نه، امکان‌پذیر نمی‌باشد، چرا که اطلاعات کمی در رابطه با غلظت‌های بر در ریشه موجود است. با این وجود، با آزمایش ریشه‌ها و شاخه‌ها در محلول کشت مشاهده گردید که مکانیسم‌های بازدارنده ورود بر در دامنه وسیعی از گونه‌ها وجود دارد. پایه‌ها و پیوندک‌های مرکبات نیز از نظر حساسیت به سمیت بر متفاوت می‌باشند. حدکمبود، مطلوب، زیاد و بسیار زیاد بر در نمونه‌های برگ مرکبات در شرایط خاک‌های آهکی به‌ترتیب به‌میزان کمتر از ۲۰، ۱۰۰-۲۰ و ۲۵۰-۱۰۰ و بیش از ۲۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک برگ است(۳۵). در بین رقم‌های پیوندی لمون‌ها دارای بیشترین حساسیت و به‌دنبال آن نارنگی، گریپ فروت و انواع پرتقال می‌باشند. در بین پایه‌های مرکبات پایه ماکروفیلا و رانگپورلایم دارای بیشترین مقاومت به مسمومیت بر می‌باشند. این پایه‌ها هم‌چنین دارای مقاومت مناسب در برابر کلریدها و زه‌کش ضعیف هستند. پایه پرتقال و

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1388.13.47.60.3]

نارنج سه برگ (*Poncirus trifoliata*) نیز از مقاومت بالایی نسبت به مسمومیت بر برخوردارند اما در شرایط خاک‌های شور و قلیایی مقاومت مناسبی ندارند(۳۴). در ارزیابی درختان پرتقال والنسیا پیوندی روی پایه نارنج و ولکامریانا در شرایط خاک‌های آهکی مشاهده گردیدکه غلظت فسفر و آهن برگ به‌طور معنی‌داری نسبت به پایه‌های دیگر بالاتر بود، اما از طرف دیگر مشاهده شده است که استفاده از پایه نارنج در خاک‌های آهکی موجب افزایش میزان منیزیم، منگنز و بر می‌شود (۲۵). در یک آزمایش گلخانه‌ای (۳۱) مشاهده شد که درختان پرتقال پیوند شده روی پایه سوینگل سیترومِلو در شرایط میزان بر زیاد در محلول کشت (۲/۵ میلی‌گرم بر در لیتر)، بیش از پایه‌های نارنج مقاومت نشان می‌داد. این مسأله به‌دلیل جذب کمتر بر از محلول غذایی و بازداشته شدن بیشتر بر در تنه پایه سوینگل سیترومِلو نسبت به پایه نارنج بود. در این آزمایش افزایش غلظت بر در محلول غذایی موجب کاهش ضخامت برگ، به‌دلیل کاهش بافت پارانشیم اسفنجی، شد. هم‌چنین افزایش غلظت بر در محلول غذایی از ۰/۲۵ به ۲/۵ میلی‌گرم در لیتر موجب کاهش غلظت کلروفیل، پارامترهای فلئورسنت کلروفیل و میزان فتوسنتز در پرتقال ناول پیوندی شد. پاپاداکیس و همکاران(۳۰) در آزمایشی دیگر روی نارنگی کلمانتین پیوندی روی همین پایه‌ها، مشاهده نمودند که مسمومیت بر موجب کاهش غلظت پرولین و کربوهیدرات در برگ‌ها می‌شود، در صورتی که ریشه‌ها تحت تأثیر قرار نگرفتند. در آزمایش آنها نیز مشاهده شد که پایه‌ها نقش بسزایی در کاهش مسمومیت بر دارند و در اینجا نیز نارنگی‌های پیوندی بر روی پایه نارنج از نظر مقاومت به مسمومیت بر حساس‌تر از پایه سوینگل سیترومِلو بودند. پایه ماکروفیلا از قابلیت بهتری در شرایط خاک‌های آهکی نسبت به پایه نارنج برخوردارست. پایه ماکروفیلا به خاک‌های مختلف سازگار بوده و در خاک‌های قلیایی و نسبتاً شور رشد خوبی دارد، به‌طوری‌که در pH حدود ۸ مقاومت قابل ملاحظه‌ای از خود نشان داده و به‌ندرت می‌توان کمبود مواد کم مصرف را روی این پایه مشاهده نمود(۲۹).

پایه‌های نارنج موجب افزایش غلظت بر در برگ رقم‌های پیوندی پرتقال هاملین می‌شوند(۴۰). نتایج حاصل از آزمایش تیلور و دیمسی(۳۹) نشان‌دهنده اثر متقابل پایه و پیوندک در کاهش میزان مسمومیت بر در رقم‌های مرکبات می‌باشد، در این رابطه مشاهده شده است که اگرچه پایه‌های سیترنج، نارنگی، راف لمون و رانگپورلایم از میزان بالای جذب بر برخوردارند اما از بین رقم‌های پیوندی رقم نارنگی امپرور (Emperor mandarin) بر روی تمام پایه‌ها دارای کمترین غلظت بر در برگ‌ها بود. در این آزمایش اثرات جداگانه پایه و نیز اثر متقابل پایه با پیوندک مرکبات در رابطه با جذب و مسمومیت بر در منطقه آزمایش مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در پنج تکرار و در هر کرت آزمایشی دو درخت به‌مدت چهار سال در ایستگاه تحقیقات کشاورزی شهرستان جهرم انجام پذیرفت. فاکتورهای آزمایشی شامل پایه‌های ماکروفیلا(*Citrus macrophylla* Wester)، ولکامریانا (*Citrus volkameriana*)، نارنج (*Citrus aurantium*) و لیموترش (*Citrus aurantifolia* Swing) و پیوندک‌های پرتقال 'والنسیا' ('Valencia')، 'واشنگتن ناول' ('Washington navel')، پرتقال محلی جهرم و پرتقال 'توسرخ' ('Moro') بود. نهال‌های پایه که درخزانه توسط بذر و به‌مدت یک سال تهیه شدند در اسفندماه ۱۳۷۷ به زمین منتقل و بر اساس طرح آزمایشی کشت شدند. دراواخر فروردین ماه ۱۳۷۸پیوندک‌ها نیز براساس طرح آزمایشی روی نهال‌های پایه پیوند شدند و تعدادی از پایه‌ها نیزکه در طرح پیش‌بینی شده بود، بدون پیوندک در زمین باقی‌ماندند. تجزیه فیزیکوشیمیایی خاک شامل اندازه‌گیری ازت به روش کجلدال، فسفر قابل جذب با روش اولسن، پتاسیم قابل جذب با روش استات آمونیوم یک نرمال، کربن آلی با روش دی کرمات پتاسیم، بافت خاک با روش هیدرومتری، درصد مواد خنثی شونده به‌روش

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1388.13.47.60.3]

تیتراسیون، هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک با دستگاه الکتروکانداکتومتر، pH خاک در گل اشباع به‌وسیله الکترود شیشه‌ای،آهن، روی، منگنز و مس قابل جذب خاک با روش عصاره‌گیری DTPA، میزان بر استخراج شده با آب داغ با روش کالریمتری آزومتین H تعیین شد. تجزیه آب محل اجرای آزمایش نیز توسط روش‌های مؤسسه تحقیقات خاک و آب انجام پذیرفت(۱)، (جدول ۱ و ۲).

در مدت دو سال نمونه‌برداری، میزان سبزینه(کلروفیل) برگ‌های کاملاً توسعه یافته روی جست‌ها توسط دستگاه کلروفیل متر (Portable chlorophyll meter SPAD 502 (Minolta corp., Ramsey, Nj)) اندازه‌گیری شد. پس از این مرحله برگ‌های یاد شده جدا و جهت اندازه‌گیری سطح برگ توسط دستگاه پلانی متر و غلظت کلروفیل به‌روش آرنون (۴) استفاده شد. لازم به ذکر است که اندازه‌گیری غلظت کلروفیل برگ، به‌منظور کالیبراسیون دستگاه کلروفیل متر در آزمایش انجام شد. جهت تعیین غلظت عناصر نمونه‌های برگی، به‌روش استاندارد مورد شستشو قرار داده (این کار شامل شستشو با آب معمولی و بعد با اسیدکلریدریک ۰/۱ نرمال در مدت کمتر از ۳۰ ثانیه و سپس با آب معمولی و در نهایت با آب مقطر بود) و وزن خشک نمونه‌ها بعد از قرار دادن آنها در آون تا رسیدن به وزن ثابت با حرارت ۷۰ درجه سانتی‌گراد تعیین گردید. اندازه‌گیری عناصر غذایی در نمونه‌های برگی شامل نیتروژن کل به‌روش میکروکلدال (۷)، فسفر به‌روش کالریمتری (رنگ زرد مولیبدات و وانادات)، پتاسیم به‌روش نشر شعله‌ای، کلسیم و منیزیم توسط دستگاه جذب اتمی و غلظت بر در برگ و ریشه به روش آزومتین H (۱۷) تعیین گردید. میزان عناصر آهن، روی، منگنز و مس برگ از طریق هضم به روش سوزاندن خشک و ترکیب با HCl توسط دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد(۲). داده‌های جمع‌آوری شده با استفاده از برنامه MSTATC و با به‌کارگیری آزمون F و نیز معادله‌های رگرسیون مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. شکل‌های مربوطه با استفاده از نرم‌افزار Excel رسم و نتایج تفسیر و توصیه‌های لازم ارائه شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه فیزیکوشیمیایی نمونه خاک و آب محل اجرای آزمایش نشان‌دهنده بالا بودن مقادیر بر اندازه‌گیری شده به‌ترتیب به میزان ۷/۱۶ میلی‌گرم در کیلوگرم و ۳/۴۵ میلی‌گرم در لیتر بود. همان‌گونه که قبلاً نیز ذکر شد زیادی بر در آب‌های آبیاری منطقه، چه در آب رودخانه قره‌آغاج (منطقه خفر) و چه در آب‌های استخراجی از چاه‌های دشت جهرم مسأله‌ساز است. بر خلاف آهکی بودن خاک و بالا بودن کلسیم و حتی بالا بودن هدایت الکتریکی خاک که خود می‌تواند به‌عنوان عامل بازدارنده جذب بر عمل نماید(۱۸)، مشاهده می‌گردد که غلظت بر در نمونه‌های برگی به مقدار قابل توجهی زیاد می‌باشد. این میزان در دامنه حد بسیار زیاد بر در نمونه‌های برگ مرکبات در شرایط خاک‌های آهکی، یعنی ۲۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک برگ می‌باشد(۳۵). همان‌گونه که براون و هو(۸) نیز در بررسی‌های خود در مورد تحرک بور در آوند آبکش اشاره می‌کنند، در گونه‌های فاقد سوربیتول در آوند آبکش، مانند مرکبات، تجمع بر در برگ‌ها اتفاق می‌افتد. نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس(جدول ۳) نشان‌دهنده اثر معنی‌دار پایه‌های آزمایشی بر غلظت عناصر غذایی نمونه‌های برگ و نیز غلظت بر در ریشه، شاخص رشد ریشه، کلروفیل، سطح برگ، وزن خشک برگ و وزن مخصوص برگ‌هاست. برخلاف پایه‌ها، تأثیر نوع پیوندک و اثر متقابل آن با پایه بر روی غلظت بر ریشه معنی‌دار نبود. اما تأثیر نوع پایه و به‌ویژه اثر متقابل پایه و پیوندک بر غلظت بر برگ معنی‌دار بوده است.

بررسی ضرایب هم‌بستگی بین غلظت بر در نمونه‌های برگی و صفات اندازه‌گیری شده در آزمایش(جدول ۴) نشان‌دهنده تأثیر منفی و معنی‌دار غلظت بر در دامنه حد بسیار زیاد نمونه‌های برگ مرکبات بر شاخص کلروفیل برگ می‌باشد(شکل ۱) . رابطه بین غلظت کلروفیل و قرائت کلروفیل متر مطابق رابطه (Y = ۰/۱۲۹ X+ ۰/۰۱۱) بود. در این پژوهش،

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1388.13.47.60.3]

جدول۱. نتایج حاصل از تجزیه فیزیکوشیمیایی نمونه خاک محل انجام آزمایش

هدایت الکتریکی $dS.m^{-1}$	pH	مواد خنثی شونده (٪)	کربن آلی (٪)	فسفر	پتاسیم	شن (٪)	سیلت (٪)
				میلی‌گرم در کیلوگرم			
۳/۸۶	۸/۳	۴۹	۰/۱۹	۱/۲	۳۳۶	۲۳/۹	۴۲/۱
رس (٪)	منیزیم	کلسیم	آهن	منگنز	روی	مس	بر
				میلی‌گرم درکیلوگرم			
۳۴	۲۱۶	۵۱۲	۲/۶۲	۲/۶	۰/۴۲	۰/۴۸	۷/۱۶

جدول۲. نتایج تجزیه شیمیایی آب آبیاری مورد استفاده

هدایت الکتریکی $dS.m^{-1}$	اسیدیته pH	بیکربنات HCO_3^-	کلر Cl^-	سولفات SO_4^{2-}	مجموع آنیون‌ها	کلسیم+ منیزیم	سدیم	مجموع کاتیون‌ها	بر $mg.l^{-1}$
		میلی اکی والانت در لیتر							
۰/۷۱	۷/۶	۲/۴	۲/۶	۲/۹۵	۷/۹۵	۶/۱	۱/۸۴	۷/۹۴	۳/۴۵

جدول۳. تجزیه واریانس مربوط به اثر ترکیبات مختلف پایه و پیوندک صفات اندازه‌گیری شده در آزمایش

منابع تغییر	درجه آزادی	غلظت منیزیم برگ (٪)	غلظت کلسیم برگ (٪)	غلظت پتاسیم برگ (٪)	غلظت فسفر برگ(٪)	غلظت ارت برگ(٪)	میزان کلروفیل اندازه‌گیری شده توسط کلروفیل متر
سال	۱	۲/۴۴۱ ns	۲۴/۷۶۳**	۶۶/۱۳۴ ns	۰/۰۰۱ ns	۱/۰۰۶ ns	۳۹۲/۳۸۵**
سال× تکرار	۴	۲/۲۱۸ ns	۳/۸۲۵ ns	۲۳/۴۱۵ ns	۰/۰۰۰۱ ns	۱/۱۳۶ ns	۱۱/۰۸۲ ns
پایه	۳	۲/۸۱۵*	۲/۷۹۵**	۲/۹۲۱**	۰/۰۰۸**	۰/۱۸۲*	۴۴۸/۳۹۰**
سال× پایه	۳	۲/۲۲۴ ns	۱/۲۹*	۱/۲۵۳*	۰/۰۰۲ ns	۰/۲۱۸*	۱۷۵/۸۲۷**
پیوندک	۴	۲/۳۷ ns	۰/۷۶۲**	۱/۵۳۸**	۰/۰۰۰۳ ns	۰/۸۹۶**	۴۰۸/۹۴۰**
سال× پیوندک	۴	۲/۴۰۷ ns	۰/۰۶۶ ns	۰/۳۱۲ ns	۰/۰۰۰۵ ns	۰/۱۵۴ ns	۵۳/۴۷۴ ns
پایه× پیوندک	۱۲	۲/۴۱۳ ns	۱/۵۹۲**	۱/۹۳**	۰/۰۴**	۰/۱۱۴ ns	۱۳۵/۴۷۵**
سال × پایه × پیوندک	۱۲	۲/۳۳۴ ns	۰/۳۳ ns	۰/۰۷۳ ns	۰/۰۰۰۳ ns	۰/۲۰۴*	۸۶/۱۵۸*
اشتباه آزمایش	۴۸	۲/۲۹۲	۰/۲۰۸	۰/۴۸۹	۰/۰۰۱	۰/۱۱۳	۴۱/۹۷۴
ضریب تغییر	–	٪۱۷/۸	٪۱۶/۸۱	٪۱۴/۸	٪۱۸/۵۸	٪۱۲/۹۷	٪۱۲/۷۹

*: در سطح احتمال ۵٪ معنی‌داراست. **:در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار است. ns: عدم اختلاف معنی‌دار

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1388.13.47.60.3]

ادامه جدول ۳

منابع تغییر	درجه آزادی	غلظت بر ریشه ($\mu g.g^{-1}DW$)	غلظت بر برگ ($\mu g.g^{-1}DW$)	غلظت مس برگ ($\mu g.g^{-1}DW$)	غلظت روی برگ ($\mu g.g^{-1}DW$)	غلظت منگنز برگ ($\mu g.g^{-1}DW$)	غلظت آهن برگ ($\mu g.g^{-1}DW$)
سال	۱	۶۸۷۸/۶۵۱**	۷۶۵۰/۳۲۸**	۰/۴۹۱ ^{ns}	۰/۷۱۱ ^{ns}	۱۴۹۵/۰۶۹*	۱۷۷۵/۰۲۵*
سال× تکرار	۴	۹۶۰/۰۴۵ ^{ns}	۵۵۴۲/۰۱۳ ^{ns}	۰/۶۴۸ ^{ns}	۰/۴۴۸ ^{ns}	۱۰۲۵/۱۱۲ ^{ns}	۱۴۷۲/۸۱۴ ^{ns}
پایه	۳	۹۰۵۴/۷۶۳**	۱۹۶۶۵/۷۹۳**	۱۹/۵۰۷**	۱۷۳/۸۲۶**	۱۹۶۴۰/۶۱**	۴۶۲/۱۲۴**
سال× پایه	۳	۵۸۹۷/۷۹۲*	۴۵۳۷/۴۹۷*	۲/۵۸۵ ^{ns}	۴۳/۱۹۳*	۵۳۰/۲۱۴ ^{ns}	۴۶/۷۵۸ ^{ns}
پیوندک	۴	۷۶/۷۶۱^{ns}	۱۵۳۴/۹۰۶ ^{ns}	۳/۸۳۶ ^{ns}	۸۷/۹۷۹**	۱۰۳۶/۵۱۰*	۲۱۷/۸۷۸ ^{ns}
سال× پیوندک	۴	۷۴۶/۸۰۲ ^{ns}	۲۱۶۲/۴۲۱ ^{ns}	۴/۲۹۰ ^{ns}	۹۱/۳۵۷**	۳۴۶/۵۰۷ ^{ns}	۳۲۶/۴۷۹ ^{ns}
پایه× پیوندک	۱۲	۵۷۴/۶۵۱^{ns}	۴۳۵۳/۰۹۷*	۵/۴۵۱*	۹۳/۰۴۶**	۱۰۵۴/۳۶۷**	۳۱۶/۰۲۲ ^{ns}
سال × پایه × پیوندک	۱۲	۹۲۴/۲۳۷ ^{ns}	۲۴۵۲/۷۸۷*	۲/۸۲۹ ^{ns}	۲۵/۰۴۲ ^{ns}	۳۴۸/۶۲۷ ^{ns}	۳۵۶/۴۰۹*
اشتباه آزمایش	۴۸	۸۲۶/۷۲۵	۱۱۱۰/۴۶۲	۲/۲۲۹	۱۳/۹۶۹	۲۲۵/۳۷۵	۲۸۴/۲۱۳
ضریب تغییر	–	٪۱۳/۱۴	٪۱۷/۱۶	٪۲۲/۵۶	٪۱۷/۰۱	٪۲۴/۲۵	٪۱۸/۲۳

*: در سطح احتمال ۵٪ معنی‌داراست. **: در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار است. Ns : عدم اختلاف معنی‌دار

غلظت کلروفیل با مصرف بر به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. گزارش شده است که غلظت بالای بر سبب آسیب کلروپلاست در سلول‌های مزوفیل برگ می‌شود و به این دلیل غلظت کلروفیل در نتیجه مصرف بر کاهش می‌یابد (۲۷). پاپاداکیس و همکاران (۳۱) نیز در آزمایش خود مشاهده کردند که بر سبب کاهش معنی‌دار مقدار کلروفیل در برگ لیموترش می‌شود. اگرچه دامنه تغییرات غلظت بر در نمونه‌های برگی کمتر از ۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک است(شکل ۲)، اما کاهش میزان کلروفیل در این دامنه کاملاً معنی‌دار است. این مسأله هم‌چنین نشان‌دهنده کم بودن دامنه حد مسمومیت بر در رابطه با کاهش میزان کلروفیل نمونه‌های برگی است.

با توجه به معنی‌دار بودن اثر متقابل پایه و پیوندک بر غلظت بر در نمونه‌های برگی رقم‌های پیوندی در سطح ۵ درصد آماری(جدول ۳)، می‌توان مشاهده نمود که بیشترین میزان اثر متقابل پایه و پیوندک در کاهش غلظت بر در برگ و کاهش مسمومیت بر، مربوط به پیوند رقم‌های پرتقال والنسیا و واشنگتن ناول روی پایه ماکروفیلا بوده است(شکل ۲). اثر متقابل پایه و پیوندک بر غلظت بر در نمونه‌های برگی رقم‌های پیوندی والنسیا و پرتقال توسرخ مورو بر روی پایه ولکامریانا، موجب کاهش معنی‌دار غلظت بر برگ نسبت به خود پایه بدون انجام پیوند شده است. این مسأله علی‌رغم معنی‌دار نشدن اثر پیوندک روی غلظت بر نمونه‌های برگی اتفاق افتاده است و نشان‌دهنده اهمیت اثر متقابل پایه و پیوندک بر کاهش مسمومیت بر در رقم‌های مرکبات می‌باشد. این نتایج با مشاهدات حاصل از آزمایش تیلور و دیمسی(۳۹) که نشان‌دهنده اثر متقابل پایه و پیوندک در کاهش میزان مسمومیت بر در رقم‌های مرکبات می‌باشد مطابقت دارد. بیشترین تأثیر متقابل رقم‌های پیوندی در افزایش سطح بر برگ، روی پایه نارنج مشاهده می‌شود، بر خلاف پایه ولکامریانا، پایه نارنج گرچه از میزان غلظت بر کمتری در نمونه‌های برگی نسبت به پایه ولکامریانا برخوردار است، ولی موجب افزایش غلظت بر در نمونه‌های برگی رقم‌های پیوندی پرتقال والنسیا، واشنگتن ناول

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

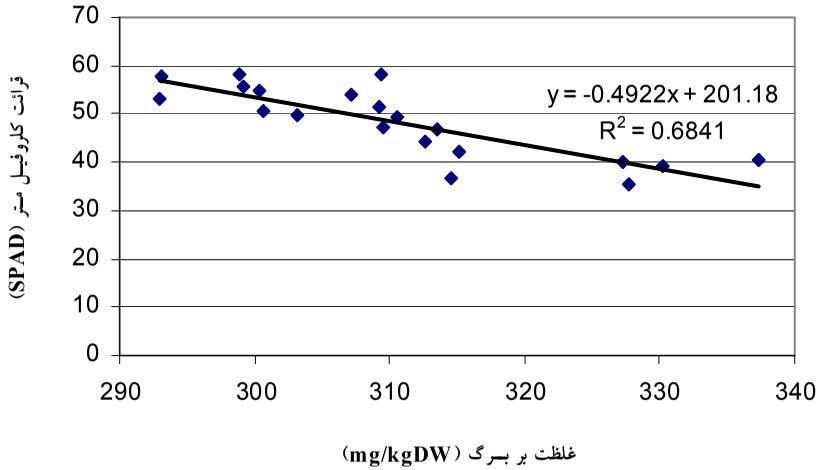
[DOR: 20.1001.1.22518517.1388.13.47.60.3]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1388.13.47.60.3] [Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

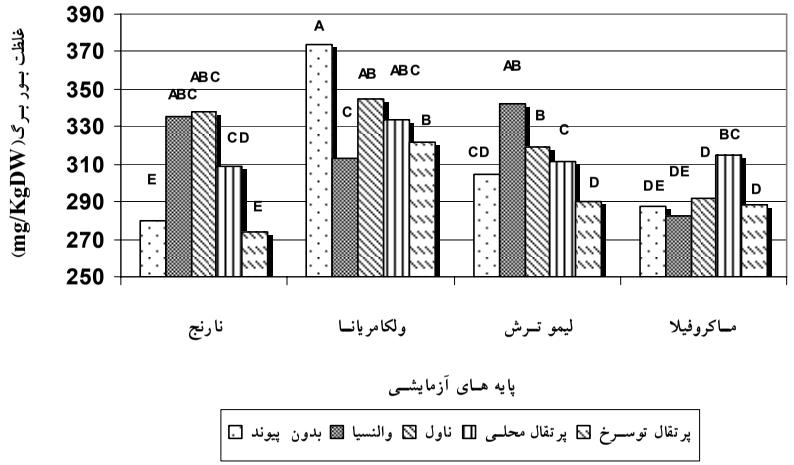
جدول۴. ضرایب همبستگی بین غلظت بر در برگ و ریشه رقم‌های پایه و پیوندک و صفات اندازه‌گیری شده

	قرائت کلروفیل متر**	وزن مخصوص برگ (mgDW/cm^{-2})	نسبت و غلظت عناصر در برگ										بر ریشه** (mg/kg)
			N ns (%)	P ns (%)	K* (%)	Ca ns (%)	Ca/B ns	K/B**	Mg ns (%)	Fe ns (mg/kg)	Mn ns (mg/kg)	Zn ns (mg/kg)	Cu ns (mg/kg)	
بر برگ (mg/kg)	-۰/۸۲۷	-۰/۱۲۹	-۰/۲۶۴	-۰/۰۳۱	-۰/۴۰۷	-۰/۰۹۴	-۰/۲۲۴	-۰/۵۴۶	-۰/۲۱۹	-۰/۴۱۶	۰/۲۴۲	-۰/۱۵۶	-۰/۰۶۰	۰/۸۴۸

ضرایب رگرسیونی × در سطح احتمال ۵٪ معنی‌داراست. ×× در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار است. ns عدم اختلاف معنی‌دار



شکل۱. ضریب و معادله رگرسیونی و شکل تغییرات میانگین داده‌های قرائت کلروفیل متر با افزایش غلظت بر در نمونه‌های برگی



شکل۲. اثر نوع پایه و اثر متقابل پایه و پیوندک بر غلظت بر

و محلی جهرم روی آن شده است(شکل ۲). در این میان اثر متقابل پرتقال پیوندی توسرخ روی پایه نارنج از نظر غلظت بر در نمونه‌های برگی اختلاف معنی‌دار با غلظت بر در نمونه‌های برگی پایه نارنج بدون انجام پیوند نداشت. در ارزیابی درختان پرتقال والنسیا پیوندی بر روی پایه نارنج و ولکامریانا در شرایط خاک‌های آهکی مشاهده گردید که استفاده از پایه نارنج در خاک‌های آهکی موجب افزایش غلظت منیزیم، منگنز و بر برگ می‌شود (۲۵).

از طرف دیگر نتایج نشان‌دهنده اثر متقابل معنی‌دار پایه و پیوندک بر میزان شاخص کلروفیل برگ می‌باشد(جدول ۳). شکل ۳ نشان‌دهنده تأثیر متقابل مثبت پایه‌های نارنج و ماکروفیلا بر میزان شاخص کلروفیل نمونه‌های برگ رقم‌های پیوندی پرتقال والنسیا، واشنگتن ناول، پرتقال محلی جهرم و به‌ویژه پرتقال توسرخ مورو نسبت به پایه‌های ولکامریانا و لیموترش می‌باشد. پایه ماکروفیلا نسبت به پایه لیموترش (پایه شاهد یا عرف منطقه)، موجب افزایش میزان شاخص کلروفیل نمونه‌های برگی رقم پیوندی پرتقال توسرخ مورو به میزان حدود ۲۰ درصد شد. از بین رقم‌های پیوندی نیز همان‌گونه که مشاهده می‌شود، شاخص کلروفیل در پرتقال واشنگتن ناول کمتر و پرتقال تو سرخ مورو بیشتر از سایر رقم‌های پیوندی تحت تأثیر اثر متقابل پیوندک و نوع پایه به‌کاررفته شده در آزمایش قرار گرفته است. پایه‌های نارنج، لیموترش و ماکروفیلا از نظر میزان شاخص کلروفیل برگ بدون انجام پیوند در یک گروه آماری بوده و پس از آنها پایه ولکامریانا قرار دارد.

با توجه به شکل‌های ۲ و ۳ می‌توان مشاهده نمود، که با وجود معنی‌دار بودن ظریب هم‌بستگی بین میزان کلروفیل برگ و غلظت بر در نمونه‌های برگی(جدول ۴)، این هم‌بستگی بین میزان بر و کلروفیل در مورد رقم پیوندی پرتقال توسرخ مورو بر روی پایه‌های آزمایشی به‌ویژه روی پایه نارنج کمترین میزان بوده، اما بیشترین میزان هم‌بستگی بین میزان کلروفیل و غلظت بر در نمونه‌های برگی در رقم‌های پیوندی بر روی پایه ماکروفیلا مشاهده می‌شود. به‌طورکلی غلظت بر در نمونه‌های برگی رقم پیوندی پرتقال توسرخ مورو تا حد زیادی تحت تأثیر پایه به‌کار رفته در آزمایش بود اما از نظر غلظت کلروفیل برگ این رقم کمتر تحت تأثیر نوع پایه آزمایشی قرار گرفته است. رقم‌های پیوندی پرتقال از نظر غلظت برگی بر بیشتر تحت تأثیر پایه ماکروفیلا بوده و از بین رقم‌های پیوندی، پرتقال واشنگتن ناول و والنسیا به میزان کمتری تحت تأثیر پایه نارنج و لیمو ترش قرار داشتند(شکل ۲).

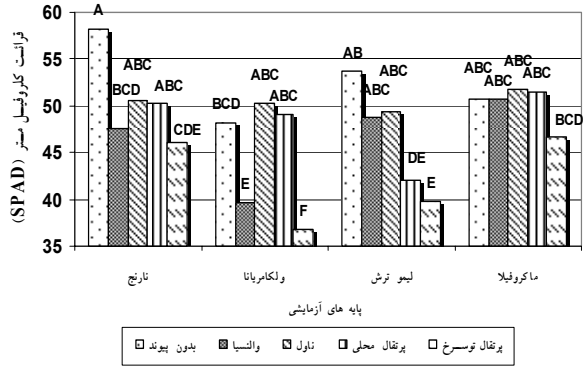
اثر پایه‌های آزمایشی بر غلظت بر ریشه‌ها در سطح آماری یک درصد معنی‌دار بوده و همان‌گونه که در شکل ۴ مشاهده می‌گردد پایه ولکامریانا بیشترین مقدار و پایه ماکروفیلا کمترین مقدار غلظت بر را در ریشه داشتند. برخلاف پایه ها، تأثیر نوع پیوندک و اثر متقابل آن با پایه بر روی غلظت بر ریشه معنی‌دار نبود(جدول ۳). ضریب هم‌بستگی بالا و معنی‌دار بین غلظت بر در ریشه و غلظت بر در نمونه‌های برگی(r=۰/۸۴۸) بیان‌گر انتقال راحت بر از ریشه به اندام هوایی می‌باشد(جدول ۴ و شکل ۵). این مسأله که آیا در این آزمایش افزایش میزان هم‌بستگی و معنی‌دار شدن آن در دامنه حد بسیار زیاد بر برای مرکبات بوده و قبل از این دامنه، مقاومتی در جهت انتقال بر از ریشه به اندام هوایی وجود داشته است یا خیر نیاز به بررسی دارد.

در این آزمایش اثر پایه‌های آزمایشی بر غلظت بر در نمونه‌های برگی در سطح آماری یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). همان‌گونه که در شکل ۶ دیده می‌شود از بین پایه‌های آزمایشی پایه ولکامریانا بیشترین تأثیر را بر افزایش غلظت بر نمونه‌های برگ داشته و پس از آن پایه‌های نارنج لیموترش و ماکروفیلا در یک گروه آماری قرار دارند. اثر پایه بر غلظت بر در نمونه‌های برگی و به‌طور کلی مقاومت در برابر مسمومیت بر نه تنها به جذب و انتقال این عنصر توسط پایه بستگی داشته بلکه به اثر پایه و ویژگیهایی همچون جذب سایر عناصر تأثیر گذار در مقاومت گیاه به مسمومیت بر نیز ارتباط دارد.

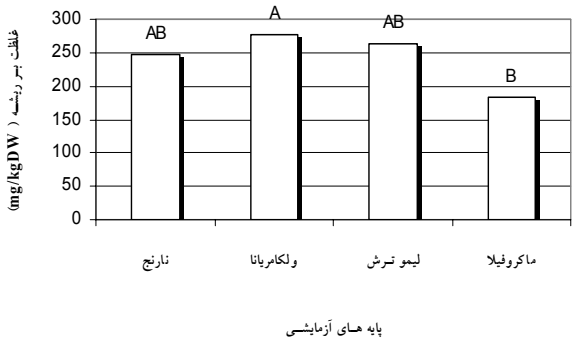
از آنجایی که اثر پیوندک و نیز اثر متقابل پایه و پیوندک

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

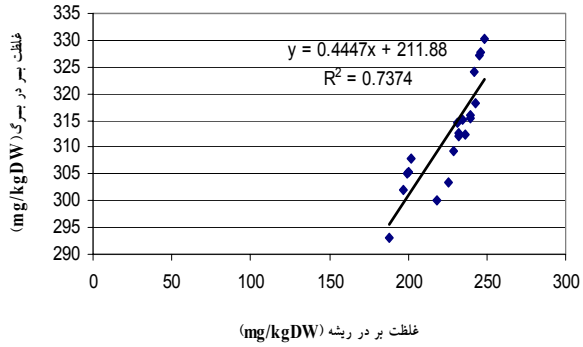
[DOR: 20.1001.1.22518517.1388.13.47.60.3]



شکل۳. اثر نوع پایه و اثر متقابل پایه و پیوندک بر میزان کلروفیل



شکل۴. مقایسه پایه‌های مورد آزمایش از نظر غلظت بر در ریشه



شکل۵. ضریب و معادله رگرسیونی و شکل تغییرات میانگین داده‌های غلظت بر در نمونه‌های برگی با افزایش غلظت بر در ریشه پایه‌های آزمایشی



شکل۶. اثر پایه‌های مختلف آزمایشی بر غلظت بر در نمونه‌های برگی

روی غلظت بر در ریشه پایه‌های آزمایشی معنی‌دار نبود (جدول ۳) می‌توان نتیجه گرفت که مکانیسم مقاومت در برابر مسمومیت بر مربوط به نوع پیوندک و اثر آن در جذب بر از خاک است. اما از طرف دیگر معنی‌دار بودن اثر پایه و اثر متقابل پایه و پیوندک بر غلظت بر در نمونه‌های برگی رقم‌های پیوندی در آزمایش(جدول ۳)، نشان‌دهنده مکانیسم‌های مقاومت داخلی به‌جز جذب بر توسط ریشه‌هاست که نظریه لومیس و دارست (۲۴) را تأیید می‌کند. علاوه بر این بر طبق نظر نیبل و همکاران (۲۷) عدم قابلیت انتقال بر در آوند آبکش مرکبات در ارقام پیوندی می‌تواند به‌عنوان یک مکانیسم داخلی مقاومت مطرح گردد. به‌جز پایه ولکامریانا، پایه‌های ماکروفیلا، لیموترش و نارنج از نظر تأثیر بر غلظت بر در نمونه‌های برگی در یک گروه آماری قرار دارند و اختلاف معنی‌داری بین آنها از نظر کنترل غلظت بر در برگ‌ها وجود ندارد. در این آزمایش، نوع پیوندک تأثیر معنی‌دار روی غلظت بر در نمونه‌های برگی نداشت. در بررسی اثر متقابل پایه و پیوندک(شکل ۲)، مشاهده گردید که رقم‌های پیوندی پرتقال والنسیا، واشنگتن ناول و پرتقال محلی جهرم در مقایسه با خود رقم پایه نارنج بدون انجام عمل پیوند، موجب افزایش غلظت بر در نمونه‌های برگی شده‌اند، پرتقال توسرخ مورو از این نظر مستثنا بود. اثر متقابل پایه ولکامریانا و پیوندک‌های والنسیا و مورو موجب کاهش غلظت بر در نمونه‌های برگی نسبت به خود پایه ولکامریانا بدون انجام پیوند شد. اثر متقابل پایه لیموترش و پیوندک‌های پرتقال والنسیا و واشنگتن ناول موجب افزایش غلظت بر در نمونه‌های برگ نسبت به خود پایه لیموترش بدون انجام پیوند شده، این در حالی است که اثر متقابل پایه لیموترش و پیوندک پرتقال محلی جهرم

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1388.13.47.60.3]

از نظر غلظت بر در نمونه‌های برگی اختلاف معنی‌دار با شاهد(پایه لیموترش بدون انجام پیوند) نداشت. اثر متقابل پایه ماکروفیلا و پیوندک‌های پرتقال والنسیا، واشنگتن ناول و مورو اختلاف معنی‌داری روی غلظت بر در نمونه‌های برگی نسبت به خود پایه ماکروفیلا بدون انجام عمل پیوند نداشت، و تنها اثر متقابل پیوند پرتقال محلی روی پایه ماکروفیلا موجب افزایش غلظت بر نمونه هابرگی و اختلاف معنی‌دار با خود پایه ماکروفیلا بدون انجام پیوند شده بود. به‌طور کلی، بر خلاف عدم اختلاف معنی‌دار بین پایه‌های نارنج، لیموترش و ماکروفیلا روی غلظت بر در نمونه‌های برگی (شکل ۶)، همان‌گونه که در شکل ۲ مشاهده گردید، اثر متقابل پایه ماکروفیلا، به‌جز در مورد پرتقال محلی جهرم، روی پیوندک پرتقال والنسیا، واشنگتن ناول و پرتقال توسرخ مورو موجب کاهش معنی‌دار غلظت بر در نمونه‌های برگی نسبت به سایر پایه‌ها شده است.

در بررسی اثر غلظت سایر عناصر غذایی در نمونه‌های برگی و هم‌بستگی بین آنها با غلظت بر در برگ، همان‌گونه که در جدول ۴ دیده می‌گردد، غلظت نیتروژن، فسفر، کلسیم و عناصر کم مصرف در نمونه‌های برگی هم‌بستگی معنی‌دار با غلظت بر در نمونه‌های برگ نداشت و تنها غلظت پتاسیم و نیز نسبت پتاسیم به بر در برگ با غلظت بر برگ هم‌بستگی منفی و معنی‌دار به‌ترتیب در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد نشان داد. افزایش پتاسیم در محیط کشت مسمومیت بر را تشدید می‌کند (۱۵، ۱۹ و۴۱)، اما در این آزمایش بالا بودن قابلیت جذب پتاسیم در پایه‌های آزمایشی و افزایش غلظت پتاسیم در نمونه‌های برگی، به‌عنوان مزیت در کاهش مسمومیت بر در رقم‌های پایه و پیوندک مطرح گردید(شکل ۷).

همان‌گونه که در شکل ۷ دیده می‌گردد پایه ماکروفیلا دارای بیشترین غلظت پتاسیم در نمونه‌های برگی است و سایر پایه‌ها از این نظر در یک گروه آزمایشی قرار دارند. گوپتا و همکاران (۲۰) نشان دادند که با افزایش مقدار بر، غلظت پتاسیم در گیاه افزایش می‌یابد. به عقیده آنان بر سبب کاهش جذب کلسیم و در نتیجه افزایش جذب پتاسیم می‌شود. در این آزمایش غلظت کلسیم در برگ در حد پایین آستانه مورد نیاز برای مرکبات(۳۵) قرار داشت. افزایش pH خاک توسط آهک غلظت بر در گیاه را کاهش می‌دهد(۶ و ۳۲)، اما از طرف دیگر دسترسی به روی در pH بالای خاک کاهش می‌یابد، بنابراین، کمبود روی و زیادی بر برای گیاهان ممکن است به‌طور هم‌زمان اتفاق افتد(۳۷). در این آزمایش ارتباط معنی‌دار بین غلظت روی و غلظت بر در برگ دیده نشد(جدول ۴). نسبت برگی پتاسیم به بر در برگ به‌عنوان شاخص مناسبی جهت ارزیابی مقاومت به مسمومیت بر در گیاه شناخته شده است(۲۰). در این آزمایش همان‌گونه که مشاهده می‌گردد(جدول ۴)، ارتباط کاملاً معنی‌دار در سطح آماری یک درصد بین نسبت برگی پتاسیم به بر و غلظت بر در نمونه‌های برگی وجود دارد. نسبت برگی پتاسیم به بر در رقم‌های پیوندی پرتقال والنسیا، پرتقال محلی و پرتقال توسرخ مورو بر روی پایه ماکروفیلا بمراتب بیشتر از سایر پایه‌های آزمایشی بوده و به‌جز با رقم پیوندی پرتقال مورو روی پایه لیموترش با سایر پایه‌ها اختلاف معنی‌دار نشان داده است (شکل ۸).

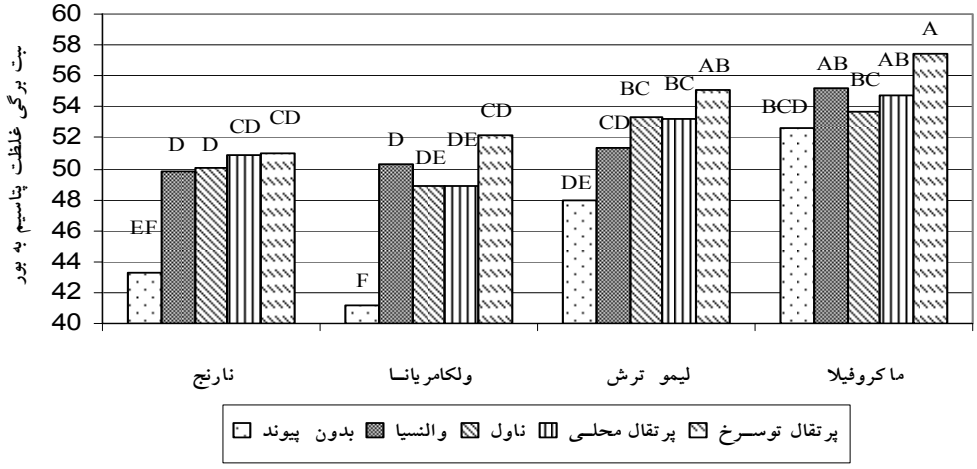
نتایج آزمایش نشان داد که بیشترین میزان جذب بر متعلق به پایه ولکامریانا بوده و از این نظر تأثیر مشخصی روی افزایش غلظت بر برگ‌های رقم‌های پیوندی به‌ویژه پرتقال ناول و محلی داشت. پایه ماکروفیلا پایین‌ترین میزان جذب بر را به خود اختصاص داده و اثر متقابل آن نیز با رقم‌های پیوندی کمترین میزان تأثیر را روی غلظت بر برگ‌ها نشان می‌دهد که می‌تواند نقش موثری روی کاهش مسمومیت بر در رقم‌های پیوندی داشته باشد. بیشترین تأثیر رقم‌های پیوندی در افزایش سطح بر برگ، روی پایه نارنج مشاهده می‌شود، گرچه این پایه خود از میزان متوسط جذب بر برخوردار است اما افزایش غلظت بر در برگ‌های رقم‌های پیوندی به خوبی قابل مشاهده است که این مسأله با توجه به‌نظر روزما و همکارانش (۳۳) که نشان دادند هنگام بالا بودن غلظت بر در گیاه کمپلکس‌های محلول بر از اهمیت کمتری برخوردار بوده و رسوب بر در دیواره‌های

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1388.13.47.60.3]



شکل۷. اثر نوع پایه بر غلظت پتاسیم در نمونه های برگی



شکل۸. اثر پایه و اثر متقابل پایه و پیوندک بر نسبت پتاسیم به بر در نمونه‌های برگی رقم‌های پیوندی پرتقال

سلولی اهمیت می‌یابد را مورد تأیید قرار می‌دهد. در این آزمایش به نظر می‌رسد که پایه نارنج از توانایی کمتری در بازداشتن بر در تنه برخوردار بوده و مقدار بر بیشتری به شاخساره انتقال می‌دهد، این مسأله در آزمایش گلخانه‌ای پاپاداکیس و همکارانش(۳۱) نیز مشاهده گردیده که درختان پرتقال پیوند شده روی پایه سوینگل سیترومِلو در شرایط میزان بر زیاد در محلول کشت (۲/۵ میلی‌گرم بر در لیتر)، بیش از پایه‌های نارنج مقاومت نشان داده، که این مسأله به‌دلیل جذب کمتر بر از محلول غذایی و بازداشته شدن بیشتر بر در تنه پایه سوینگل سیترومِلو نسبت به پایه نارنج بود. در آزمایش دیگری نیز دیده شد که نارنگی‌های پیوندی روی پایه نارنج از نظر مقاومت به مسمومیت بر حساستر از پایه سوینگل سیترومِلو بودند(۳۰). در آزمایش ووشر(۴۰) نیز مشاهده گردید که پایه نارنج موجب افزایش غلظت بر در برگ رقم‌های پیوندی پرتقال هاملین شد. از بین رقم‌های پیوندی رقم پرتقال ناول بیشترین تأثیر را روی افزایش بر برگ‌ها داشته وکمترین آن متعلق به پرتقال توسرخ می‌باشد. در آزمایش مورینو و همکارانش(۲۵) مشاهده گردید که افزایش غلظت بر در محلول غذایی از ۰/۲۵ میلی‌گرم در لیتر به ۲/۵ میلی‌گرم در لیتر موجب افزایش غلظت بر در برگ وکاهش غلظت کلروفیل، پارامترهای فلئورسنت کلروفیل و میزان فتوسنتز در پرتقال واشنگتن ناول پیوندی شد. از بین پایه‌های به‌کار برده شده پایه 'ماکروفیلا' پایین‌ترین میزان جذب بر را به خود اختصاص داده و به همین دلیل می‌تواند از قابلیت بالایی در کاهش عوارض ناشی از مسمومیت بر در

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1388.13.47.60.3]

رقم‌های پیوندی بر روی آن برخوردار باشد. هم‌چنین پایه ماکروفیلا به‌طور معنی‌دار میزان جذب پتاسیم و عناصر ریز مغذی از جمله آهن، روی، منگنز و مس را افزایش داده که می‌تواند از این نظر اهمیت زیادی در منطقه داشته باشد. پایه پرتقال و نارنج سه برگ (*Poncirus trifoliata*) نیز از مقاومت بالایی نسبت به مسمومیت بر برخوردارند اما در شرایط خاک‌های شور و قلیایی مقاومت مناسبی ندارند(۳۴). پایه ماکروفیلا به خاک‌های مختلف سازگار بوده و در خاک‌های قلیایی و نسبتاً شور رشد خوبی دارد، به‌طوری‌که در pH حدود ۸ مقاومت قابل ملاحظه‌ای از خود نشان داده است و به‌ندرت می‌توان کمبود مواد کم مصرف را روی این پایه مشاهده نمود(۲۹). با توجه به قابلیت پایه ماکروفیلا در جذب عناصر پرمصرف و کم مصرف نسبت به سایر پایه‌ها و نیز پایین بودن میزان جذب بر و غلظت بر در رقم‌های پیوندی بر روی آن در این آزمایش، می‌توان آن را به‌عنوان پایه مناسب در منطقه معرفی نمود. در این آزمایش همان‌گونه که هافمن(۲۲) نشان داد، آب آبیاری تنها منبع اولیه افزایش بر در خاک نبوده و ضعف در زهکشی و عملیات آبیاری می‌تواند تا حدود زیادی باعث تجمع بر در منطقه ریشه می‌گردد این مسأله به‌ویژه در سیستم آبیاری قطره‌ای مورد کاربرد در منطقه جهرم تشدید می‌شود.

منابع مورد استفاده

۱. احیایی، ع.، م. بهبهانی زاده و ا. بهبهانی زاده. ۱۳۷۲. *شرح روش‌های تجزیه شیمیایی خاک*. نشریه فنی شماره ۸۹۳، چاپ اول، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، تهران.

۲. امامی ع. ۱۳۷۵. *روش‌های تجزیه گیاه*. نشریه فنی شماره ۹۸۲، چاپ اول، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، تهران.

۳. ملکوتی، م. ج. و ح. رستگار. ۱۳۷۷. شناخت ناهنجاری‌های تغذیه‌ای مرکبات و ارائه راه‌های علمی کاربردی برای افزایش عملکرد و بهبود کیفیت آنها در کشور. نشریه فنی شماره۱۶، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، تهران.

4. Arnon, D. I. 1956. Photosynthesis by isolated chloroplast. IV. General concept and comparison of three photochemical reactions. Biochem. Biophysiol. Acta 20:440-461.
5. Ayars, J. E., R. B. Hutmacher, R. A. Schoneman, S. S. Vail and T. Pflaum. 1994. Long term use of saline water for irrigation. Irrig. Sci. 14: 27–34.
6. Bartlett, R. J. and C. J. Picarelli. 1973. Availability of boron and phosphorus as affected by liming an acid potato soil. Soil Sci. 116: 77–80.
7. Bremner, J. M. 1965. Total nitrogen. PP.1148-1158. *In*: C. A. Black (Eds.), Methods of Soil Analysis. Part 2, Am. Soc. Agron., Madison,WI.
8. Brown, P. H. and H. Hu. 1996. Phloem mobility of boron is species dependent: evidence for phloem mobility in sorbitol-rich species. Ann. Bot. 77: 497–505.
9. Chapman, H. D. and A. P. Vanselow. 1955. Boron deficiency and excess. Calif. Citrograph 41: 31–34.
10. Cartwright, B., B. A. Zarcinas and A. H. Mayfield. 1984 Toxic concentrations of B in a red-brown earth at Gladstone, South Australia. Aust. J. Soil Res. 22: 261–272.
11. Chauhan, R. P. S. and S. L. Powar. 1978. Tolerance of wheat and pea to boron in irrigation water. Plant and Soil 50: 145–149.
12. Dhankhar, D. P. and S. S. Dahiya. 1980. The effect of different levels of boron and soil salinity on the yield of dry matter and its mineral composition in Ber (*Zizyphus rotundifola*). Int. Symp. on Salt Affected Soils. Karnal, India.
13. Eaton, F. M. 1944. Deficiency, toxicity and accumulation of boron in plants. J. Agric. Res. 69: 237–277.
14. Eaton, F. M. and G. Y. Blair. 1935. Accumulation of boron by reciprocally grafted plants. Plant Physiol. 10: 411–424.
15. El-Motaium, R., H. Hu and P. H. Brown. 1994. The relative tolerance of six *Prunus* rootstocks to boron and salinity. J. Ame. Soc. Hort. Sci. 119: 1169–1175.
16. Erd, R. C. 1980. The minerals of boron. PP. 7–71. *In*: R. Thompson (Ed.), Mellor's Comprehensive Treatise on Inorganic and Theoretical Chemistry. Longman, New York.
17. Ferran, J., A. Bonvalet and E. Casassas. 1987. New masking agents in the azomethine-H method for boron determination in plant tissues. Agrochimica 32: 171.
18. Ferreyra, R., A. Aljaro, R. Ruiz, L. Rojas, J. D. Oster. 1997. Behavior of 42 crop species grown in saline soils with

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1388.13.47.60.3]

high boron concentrations. Agric. Water Manag. 34: 111-124.
19. Grattan, S.R., M. C. Shannon, C. M. Grieve, J.A. Poss, D. L. Suarez and L. E. Francois. 1997. Interactive effects of salinity and boron on the performance and water use of eucalyptus. Proceeding 2nd International Symposium on Irrigation of Horticultural Crops. *In*: Chartzoulakis, K.S. (Ed.), September 8-13, 1996, Chania, Crete, Greece. Acta Hort. 449:607-613.
20. Gupta, U. C., Y. W. Jame, C. A. Campbell, A. J. Leyshon and W. Nicholaichuk. 1985. Boron toxicity and deficiency: A review. Can. J. Soil Sci. 65: 381-409.
21. Haas, A. R. C. 1929. Toxic effect of boron on fruit trees. Bot. Gaz. 88: 113–131.
22. Hoffman, G. J. 1990. Leaching fraction and root zone salinity control. PP. 238–261. *In*: Tanji, K. K (Ed.), Agricultural Salinity Assessment and Management. Amer. Soc. of Civil Eng., New York.
23. Kubata J. 1980. Regional distribution of trace element problems in North America. PP. 443–466. *In*: Davies, B. (Ed.), Applied Soil Trace Elements. John Wiley Pub., London.
24. Loomis W. D. and R. W. Durst. 1992. Chemistry and biology of boron. BioFactors 3: 229–239.
25. Moreno, J., J. Lucena and O. Carpena. 1996. Effect of the iron supply on the nutrition of different citrus variety/ rootstock combinations using DRIS. J. Plant. Nutr. 19(5): 689- 704.
26. Nable, R. O. 1988. Resistance to boron toxicity among several barley and wheat cultivars: a preliminary examination of the resistance mechanism. Plant and Soil 112: 45–57.
27. Nable, R. O., G. S. Banuelos and J. G. Paull. 1997. Boron toxicity**.** Plant and Soil 193: 181–198.
28. Oertli, J. J. and J. A. Roth. 1969. Boron nutrition of sugar beet, cotton, and soybean. Agron. J. 61: 191–95.
29. Ovando-Crus, M.E., V. Serrano-Aetamirano, A.E. Becerrh-Roman and R. Mosoued-Vazouez. 1994. Foliar concentration of seven nutrients in two mexican lime cultivars of three rootstocks in the nursery. Proc. Int. Soc. Tropic. Hort. 38: 104-105.
30. Papadakis$_a$, I. E., K. N. Dimassi, A. M. Bosabalidis, I. N. Therios, A. Patakas and A. Giannakoula. 2004. Boron toxicity in 'Clementine' mandarin plants grafted on two rootstocks. Plant Sci. 166(2): 539-547.
31. Papadakis$_b$, I. E., K. N. Dimassi, A. M. Bosabalidis, I. N. Therios, A. Patakas and A. Giannakoula. 2004. Effects of B excess on some physiological and anatomical parameters of 'Navelina' orange plants grafted on two rootstocks. Environ. Exp. Bot. 51: 247-257.
32. Peterson, L.A. and R. Newman. 1976. Influence of soil pH on the availability of added boron. Soil Sci. Soc. Am. J. 40: 280-282.
33. Rozema, J., J. De Bruin and R. A. Broekman. 1992. Effect of boron on growth and mineral economy of some halophytes and nonhalophytes. New Phytol. 121: 249–256.
34. Salem, S.E., A.M. Aboel-Raham and L.F. Guindy. 1994. Evaluation of valencia orange trees on sour orange and Volkamer lemon under sandy conditions. Bull. Faculty of Agric. University of Cairo, 45(4): 827-838.
35. Sauls, J.W. 2002. Nutrition and fertilization. Texas Cooperative Extension. Available at http://www.texas/.
36. Shani Y. and R. J. Hanks. 1993. Model of integrated effects of boron, inert salt, and water flow on crop yield. Agron. J. 85: 713–717.
37. Singh J. P., D. J. Dahiya and R. P. Narwal. 1990. Boron uptake and toxicity in wheat in relation to zinc supply. Fertilizer Res. 24: 105- 110.
38. Swietlik, D. 1995. Interaction between zinc deficiency and boron toxicity on growth and mineral nutrition of sour orange seedlings. J. Plant Nutr. 18: 6: 1191-1207.
39. Taylor, B.K. and R.T. Dimsey. 1993. Rootstock and scion effects on the leaf nutrient composition of citrus trees. Aust. J. Exp. Agric. 33(3): 363-371.
40. Wutscher, H.K. 1986. Effects of three rootstocks on concentration and distribution of 14 elements in young ' Hamlin' orange trees. Proceedings of the Interamerican Society for Tropical Horticulture, 34th Annual Meeting, 30: 95-104.
41. Yadav, H. D., O. P.Yadav, O. P. Dhankar and M. C. Oswal. 1989. Effect of chloride salinity and boron on germination, growth, and mineral composition of chickpea (*Cicer arietinum* L.). Ann. Arid Zone 28:69-78.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1388.13.47.60.3]